

1. Zirour H, Izerrouken M., Nucl.Instrum. Meth. Phys. Res. B. 2016, V. 377, P.105-111
2. Atobe K., Nishimoto N., et al. Phys Status Solidi A, 1985 V. 89, P. 155-162
3. Сюрдо А.И., Кортов В.С., Мильман И.И., Письма в ЖТФ, 1985, т.11, в. 15, с 943-947.
4. Сарычев М.Н., Мильман И.И., и др., Письма в ЖТФ, 2018, т. 44, в. 22, с 74-80

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАЛЫХ ПОГЛОЩЕННЫХ ДОЗ

Яковенко В.Д. *, Рябухин О.В.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: hanakrobat@gmail.com

SIMULATING AND VISUALIZATION BREMSSTRAHLUNG AND ITS USE FOR THE FORMATION OF SMALL ABSORBED DOSES

Yakovenko V.D. *, Ryabukhin O.V.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Generation of bremsstrahlung using a convection target and a 10 MeV electron beam from an electron accelerator in order to obtain low absorbed doses. Modeling and visualization of bremsstrahlung in the PCLab program.

Воздействие ионизирующего излучения на объект зависит от поглощенной им дозы. Большие дозы, порядка десятков-сотен кГр, используются для радиационной стерилизации и модификации материалов, тогда как малые (единицы – десятки Гр) используются для замедления либо стимуляции химических процессов в биологических культурах.

Для формирования малых доз в основном используются источники гамма – излучения на основе изотопов либо физических установок, формирующих тормозное излучение (ТИ). Основной проблемой использования малых доз является их измерение, поскольку большинство дозиметрических систем качественно измеряют поглощенную дозу начиная от сотен Гр, либо единиц кГр, поэтому для оценки степени воздействия излучения используется предварительный расчет и моделирование поглощенной дозы.

В физико-технологическом институте УрФУ функционирует центр радиационной стерилизации на базе ускорителя электронов с энергией 10 МэВ. Электронное излучение позволяет сформировать большие поглощенные дозы в облучаемой продукции (стерилизация), и не подходит для генерации малых доз.

Однако, имеется возможность, с помощью конверсионной мишени, получить ТИ, которое можно использовать для формирования малых поглощенных доз.

Для оценки малых доз, формируемых тормозным излучением нами использована программа PCLab, предназначенная для моделирования процессов распространения электронов, позитронов, фотонов и протонов в веществе методом Монте-Карло, визуализации этих процессов и получения численных результатов взаимодействия (пространственных, энергетических и угловых распределений электронов, фотонов, позитронов и протонов в однородных и неоднородных веществах, а также мощности поглощенных доз в воздухе) [1].

В результате моделирования ТИ, испускаемого электронами с энергией 10 МэВ были получены значения толщин конвертеров из разных материалов, средняя энергия тормозного излучения, мощность дозы и поглощенные дозы, сформированные тормозным излучением (Табл.1).

Таблица 1. Результаты моделирования

Материал	R_e , расч, мм	R_e , модель, мм	E_γ , МэВ	$\frac{dD}{dt},$ $\frac{\text{Гр}}{\text{с}} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{мА}}$	D_{\min} , Гр ($I=0.6$ мА, $R = 0,15$ м)	D_{\max} , Гр ($I=0.6$ мА, $R = 0,15$ м)
Платина	3,06	3,50	1,50	0,233	8,89	62,13
Свинец	5,86	5,50	1,62	0,239	9,10	63,61
Тантал	3,92	4,00	1,57	0,220	8,39	58,67

Далее будет проведен реальный эксперимент, в котором с помощью конверсионных мишеней и пучка электронов с ускорителя будет получено ТИ. С помощью пленочных дозиметров будет измерена поглощенная доза.

Практическим выходом данной работы является создание новой лабораторной работы на основе программного продукта PCLab в курсе Ядерной физики. Работа будет предусматривать моделирование процесса формирования тормозного излучения в рамках которой студентам будет предложено произвести расчет спектра ТИ, определить численные значения основных параметров и получить наглядные изображения распределения ТИ в пространстве.

1. Беспалов В. И., Компьютерная лаборатория (КЛ/PCLab), Издательство ТПУ (2013).